

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

О.В. РОМАШКО
І.Є. БЕРЕЗНЯК

ПРОГРАМА ТА РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

“ТЕПЛОМАСООБМІН”

*(для студентів 3 курсу денної та заочної форм навчання
освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр,
напряму підготовки 0921 (6.060101) "Будівництво"
спеціальності – "Теплогазопостачання і вентиляція"
та для слухачів другої вищої освіти 2 року заочної форми
навчання на базі диплома спеціаліста іншого напряму;
спеціальності 7.092108 (7.06010107) «Теплогазопостачання і
вентиляція»)*

Харків – ХНАМГ – 2009

Програма та робоча програма навчальної дисципліни **«Тепломасообмін»** для студентів 3 курсу денної та заочної форми навчання напрямку 0921 (6.060101) - «Будівництво» спец. «Теплогазопостачання і вентиляція» та для слухачів другої вищої освіти 2 року заочної форми навчання на базі диплома спеціаліста іншого напрямку; спец. 7.092108 (7.06010107) «Теплогазопостачання і вентиляція». / Харк. нац. акад. міськ. госп-ва; уклад.: О.В. Ромашко, І.Є. Березняк, – Х.: ХНАМГ, 2009 - 34 с.

Укладачі: О.В. Ромашко

І.Є. Березняк

Програма побудована за вимогами кредитно-модульної системи організації навчального процесу.

Рецензент: доцент кафедри експлуатації газових і теплових систем Харківської національної академії міського господарства, канд. техн. наук, Гапонова Л.В.

Затверджено на засіданні кафедри експлуатації газових і теплових систем
Протокол №9 від 14.09.2008 р.

©Ромашко О.В., Березняк І.Є., ХНАМГ, 2009

ЗМІСТ

Вступ.....	4
1. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ.....	6
1.1. Мета, предмет та місце дисципліни	6
1.2. Інформаційний обсяг (зміст) дисципліни.....	7
1.3. Освітньо-кваліфікаційні вимоги.....	8
1.4. Рекомендована основна навчальна література.....	9
1.5. Анотації програми навчальної дисципліни.....	9
2. РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ.....	11
2.1. Опис предмета навчальної дисципліни.....	11
2.2. Зміст дисципліни.....	12
2.3. Структура залікового кредиту навчальної дисципліни.....	15
2.4. Самостійна робота студентів	20
2.5. Методи та технології навчання.....	25
2.6. Методи оцінювання знань.....	26
2.7. Методичне та інформаційне забезпечення дисципліни.....	32
2.8. Рекомендована література.....	32
2.9. Ресурси	33
2.10. Бібліотеки	33

ВСТУП

Одною з головних складових при теоретичному аналізі та практичних розрахунках параметрів теплових процесів систем теплогазопостачання, вентиляції, кондиціювання повітря, опалювання, гарячого водопостачання, технологічних процесів в енергетиці, транспорті та промисловості, є розділ загальної теплотехніки, що присвячено вивченню процесів передачі теплоти і маси - тепломасообмін. Тому ця дисципліна є фундаментальною основою в процесі підготовки фахівця – теплотехніка..

Метою вивчення дисципліни є: придбання студентами теоретичних знань та практичних навичок аналізу та розрахунку кількісних показників процесів передачі теплової енергії в технічних системах, засвоєння методик розрахунку та умінь з конструювання теплоперетворюючих систем і окремих їх вузлів, моделювання процесів теплопередачі та їх експериментальне дослідження.

Предметом вивчення є самочинні незворотні процеси перенесення теплоти і маси у просторі, теоретичні закономірності цих процесів, їх кількісні характеристики та методи прикладного використання цих закономірностей в інженерній практиці.

Завданням вивчення дисципліни є оволодіння знаннями про фізичну природу процесів передачі теплоти, засвоєння основних понять і визначень, вивчення кількісних характеристик процесів перенесення теплоти у технічних системах та методів їх застосування для рішення практичних завдань з розрахунку теплових процесів, що відбуваються; вміннями розрахувати основні експлуатаційні показники і характеристики теплотехнічного обладнання.

Необхідним елементом успішного засвоєння навчального матеріалу дисципліни є самостійна робота студентів з літературою, виконання практичних завдань та курсової роботи з теплового розрахунку рекуперативного теплообмінного апарата.

Програма розроблена на основі:

ГСВОУ 6.092100(ОКХ)-04 Галузевий стандарт вищої освіти України «Освітньо-кваліфікаційна характеристика напрямку підготовки 0921 “Будівництво” кваліфікації бакалавр» за спеціальністю 6.092100– «Теплогазопостачання і вентиляція», 2004 р. (з 2006 р. напрямку підготовки – 6.060101 ”Будівництво”).

ГСВОУ 6.092100(ОПП)-04 Галузевий стандарт вищої освіти України «Освітньо-професійна програма напрямку підготовки 0921 “Будівництво” кваліфікації бакалавр» за спеціальністю 6.092100– «Теплогазопостачання і вентиляція», 2004 р. (з 2006 р. напрямку підготовки – 6.060101 ”Будівництво”).

СВО ХНАМГ Навчальний план напрямку підготовки 6.060101 (0921) «Будівництво» освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр, спеціальність «Теплогазопостачання і вентиляція», 2008 р.

СВО ХНАМГ Навчальний план перепідготовки спеціаліста (програма другої вищої освіти) заочної форми навчання (на базі диплома спеціаліста іншого напрямку) за освітньо-кваліфікаційним рівнем спеціаліст, галузь знань 0601 «Будівництво і архітектура», напрямку підготовки 6.060101 (6.092100) «Будівництво», спеціальність 7.06010107 (7.092108) «Теплогазопостачання і вентиляція», 2010 р

Програму затверджено на засіданні кафедри експлуатації газових і теплових систем протокол № 9 від 14.09.2008 р. та Вченою радою факультету Інженерної екології міст протокол № 1 від 5.09.2008 р.

Прийняті позначення та скорочення:

ДО – денна форма навчання;

ЗО – заочна форма навчання;

ДВО – друга вища освіта на базі диплома спеціаліста іншого напрямку.

1. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

1.1. Мета, предмет та місце дисципліни

1.1.1. Метою вивчення дисципліни “Тепломасообмін” є підготовка фахівця, який володітиме теоретичними знаннями щодо закономірностей переносу теплоти і кількісними характеристиками цього процесу та методиками розрахунку основних практичних задач, створити достатнє теоретичне обґрунтування у галузі теплотехніки для засвоєння студентами спеціальних дисциплін.

1.1.2. Предметом вивчення дисципліни “Тепломасообмін” є самочинні незворотні процеси перенесення теплоти і маси у просторі, теоретичні закономірності цих процесів, їх кількісні характеристики та методи прикладного використання цих закономірностей в інженерній практиці.

1.1.3. Місце дисципліни в структурно-логічній схемі підготовки фахівця. Дисципліна “Тепломасообмін” відноситься до нормативної частини циклу дисциплін професійної та практичної підготовки із спеціальних видів діяльності.

Перелік дисциплін, на які безпосередньо спирається вивчення даної дисципліни	Перелік дисциплін, вивчення яких безпосередньо спирається на дану дисципліну
Вища математика, теорія ймовірностей і математична статистика, інформатика, фізика, термодинаміка, технічна механіка рідини і газу	Будівельна теплофізика, опалення, вентиляція, кондиціювання повітря, теплогенеруючі установки, теплопостачання, теоретичні основи енергозбереження

1.2 Інформаційний обсяг (зміст) дисципліни

Модуль 1. Тепломасообмін (3/108 – ДО, ЗО; 2/72 - ДВО)

ЗМ 1.1. Теплопровідність. Конвекційний теплообмін. Теплообмін випромінюванням. Теплообмін при зміні агрегатного стану речовини.

Тема 1. Теплообмін. Основні поняття і визначення. Способи перенесення теплоти.

Тема 2. Теплопровідність.

Тема 3. Стаціонарна теплопровідність.

Тема 4. Конвекційний теплообмін (тепловіддача).

Тема 5. Застосування теорії подібностей та методу аналізу розмінностей при вивченні конвекційного теплообміну.

Тема 6. Тепловіддача при вимушеній конвекції.

Тема 7. Тепловіддача при вільній конвекції.

Тема 8. Тепловіддача при зміні агрегатного стану речовини.

Тема 9. Теплообмін випромінюванням.

Тема 10. Теплообмін випромінюванієм системи тіл в прозорому середовищі.

ЗМ 1.2. Теплопередача. Теплообмінні апарати.

Тема 1. Теплопередача. Основні поняття і визначення.

Тема 2. Стаціонарна теплопередача.

Тема 3. Типи теплообмінних апаратів.

Тема 4. Тепловий розрахунок теплообмінних апаратів.

ЗМ 1.3 Масообмін.

Тема 1. Масообмін. Основні поняття і визначення.

Тема 2. Молекулярна дифузія.

Тема 3. Конвекційний масообмін (масовіддача).

1.3. Освітньо-кваліфікаційні вимоги

Вміння (за рівням сформованості) та знання	Типові завдання діяльності, в яких використовують вміння та знання	Виробничо-соціальні функції до яких відносяться типові задачі діяльності
<p>ПФ.Д.01.ПР.О.01 враховуючи закони термодинаміки, використовуючи відповідні методики і довідкові дані, в умовах проектної організації:</p> <p>- виконувати якісний і кількісний аналіз термодинамічних процесів у теплових двигунах, холодильних машинах, теплових насосах;</p>	Аналіз і розрахунок теплообмінних процесів та апаратів	Проектна
<p>ПФ.Д.01.ПР.О.02 - визначати характеристики теплообмінних процесів (стаціонарної теплопровідності, теплової конвекції, теплової радіації) на будівельних об'єктах, в елементах будівельних конструкцій;</p>		
<p>ПФ.Д.01.ПР.О.03 - виконувати розрахунки теплообмінних апаратів.</p>		
<p>ПФ.Д.01.ПР.О.04 враховуючи теоретичні основи процесів передачі теплоти, використовуючи відповідні методики і довідкові дані, в умовах проектної організації:</p> <p>- вирішувати задачі нестационарної теплопровідності на будівельних об'єктах, в елементах будівельних конструкцій;</p>		
<p>ПФ.Д.01.ПРО.05 - визначати характеристики процесів теплообміну при випаровуванні та конденсації.</p>		

1.4 Рекомендована основна навчальна література.

1. Лабай В.Й. Тепломасообмін: Підручник для ВНЗ. – Львів: Тріада Плюс, 2004. – 260 с.
2. Михеев М.А., Михеева И.М. Основы теплопередачи. – М.: Энергия, 1977. – 343 с.
3. Краснощёков Е.А., Сукомел А.С. Задачник по теплопередаче. М.: Энергия, 1980. – 288 с.

1.5 Анотація програми навчальної дисципліни.

Анотація програми навчальної дисципліни «Тепломасообмін».

Мета: оволодіння студентами теоретичними знаннями, що покладені в основу закономірностей процесів переносу теплоти і маси в природних і технічних системах, вивчення кількісних закономірностей, висвітлюючи ці процеси, і використання їх в інженерній практиці.

Предмет: самочинні незворотні процеси перенесення теплоти і маси у просторі, теоретичні закономірності цих процесів, їх кількісні характеристики та методи прикладного використання цих закономірностей в інженерній практиці.

Зміст:

Модуль 1. Тепломасообмін (3/108 – ДО, 30; 2/72 - ДВО)

ЗМ 1.1. Теплопровідність. Конвекційний теплообмін. Теплообмін випромінюванням. Теплообмін при зміні агрегатного стану речовини.

ЗМ 1.2 .Теплопередача. Теплообмінні апарати.

ЗМ 1.3 Масообмін.

Аннотация программы учебной дисциплины «Тепломассообмен».

Цель: овладение студентами теоретическими знаниями, лежащими в основе закономерностей процессов переноса теплоты и массы в естественных и технических системах, изучение количественных закономерностей, описывающих эти процессы, и применение их в инженерной практике.

Предмет: самопроизвольные необратимые процессы переноса теплоты и массы в пространстве, теоретические закономерности этих процессов, их количественные характеристики и методы прикладного использования этих закономерностей в инженерной практике.

Содержание:

Модуль 1. Тепломассообмен (3/108 – ДО, 3О; 2/72 - ДВО)

ЗМ 1.1. Теплопроводность. Конвективный теплообмен. Теплообмен излучением. Теплообмен при изменении агрегатного состояния вещества.

ЗМ 1.2. Теплопередача. Теплообменные аппараты.

ЗМ 1.3 Массообмен.

The summary of the program of educational discipline "Heatmasstransfer"

The purpose: mastering by the students by theoretical knowledge underlying laws of processes of carry of heat and weight in natural and technical systems, study of quantitative laws describing these processes, and application them in engineering practice.

Subject: spontaneous irreversible processes of carry of heat and weight in space, theoretical laws of these processes, their quantitative characteristics and methods of applied use of these laws in engineering practice.

The contents:

The module 1. Heatmasstransfer ((3/108 – ДО, 3О; 2/72 - ДВО))

ЗМ 1.1. Heat conduction. Convection heating exchange. Heat exchange by radiation. Heat exchange at change of a modular condition of substance.

ЗМ 1.2. Heat transfer. Heat exchange devices.

ЗМ 1.3 Mass exchange.

2. РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

2.1. Опис предмета навчальної дисципліни

Опис предмета навчальної дисципліни «Тепломасообмін» наведено в табл. 2.1. – 2.3.

Таблиця 2.1. Структура навчальної дисципліни за робочим навчальним планом денної форми навчання

Призначення: підготовка бакалаврів	Напрямок, спеціальність, освітньо- кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни
Кількість кредитів: ECTS – 3,0 Модулів – 1 Змістових модулів – 3 Загальна кількість годин: - аудиторних – 54 - самостійної роботи – 54 курсова робота Кількість годин: всього – 108.	Напрямок – 0921 (6.060101) «Будівництво»; Спеціальність: «Теплогазопостачання і вентиляції»; Освітньо-кваліфікаційний рівень – бакалавр; Термін навчання – 4 роки	Статус дисципліни - нормативна Рік підготовки: 3-й Семестр: 5-й Лекції – 36 год. Практичні – 18 год. Самостійна робота – 54 год. Вид підсумкового контролю: 5 семестр – екзамен курслова робота

Таблиця 2.2. Структура навчальної дисципліни за робочим навчальним планом заочної форми навчання

Призначення: підготовка бакалаврів	Напрямок, спеціальність, освітньо- кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни
Кількість кредитів: ECTS – 3,0 Модулів – 1 Змістових модулів – 3 Загальна кількість годин: - аудиторних – 14 - самостійної роботи – 94 курсова робота Кількість годин: всього – 108.	Напрямок – 0921 (6.060101) «Будівництво»; Спеціальність: «Теплогазопостачання і вентиляції»; Освітньо-кваліфікаційний рівень – бакалавр; Термін навчання – 4,5 роки	Статус дисципліни - Нормативна Рік підготовки: 3-й Семестр: 5-й Лекції – 8 год. Практичні – 6 год. Самостійна робота – 94 год. Вид підсумкового контролю: 5 семестр – екзамен курслова робота

Таблиця 2.3. Структура навчальної дисципліни за робочим навчальним планом підготовки слухачів другої вищої освіти заочної форми навчання на базі диплома спеціаліста іншого напрямку

Призначення: підготовка бакалаврів	Напрямок, спеціальність, освітньо- кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни
Кількість кредитів: ECTS – 2,0 Модулів – 1 Змістових модулів – 3 Загальна кількість годин: - аудиторних – 12 - самостійної роботи – 60 курсова робота Кількість годин: всього – 72.	Напрямок – 0921 (6.060101) «Будівництво»; Спеціальність: 7.092108 (7.06010107) «Теплогазопостачання і вентиляції»; Освітньо-кваліфікаційний рівень – спеціаліст (на базі диплома спеціаліста іншого напрямку); Термін навчання – 2,5 роки	Статус дисципліни - Нормативна Рік підготовки: 2-й Триместр: 3-й Лекції – 6 год. Практичні – 6 год. Самостійна робота – 60 год. Вид підсумкового контролю: 3 триместр – екзамен курсова робота

2.2. Зміст дисципліни

(обов'язкова складова ГСВОУ 6.092100(ОПП)-04 ПНД Тепломасообмін)

Модуль 1. Тепломасообмін (3/108 – ДО, 30; 2/72 - ДВО)

ЗМ 1.1. Теплопровідність. Конвекційний теплообмін. Теплообмін випромінюванням. Теплообмін при зміні агрегатного стану речовини.

Тема 1. Теплообмін. Основні поняття і визначення. Способи перенесення теплоти. Кількісні характеристики перенесення теплоти. Температурне поле. Градієнт температур. Тепловий потік. Стаціонарний і нестаціонарний теплообмін.

Тема 2. Теплопровідність. Фізична природа теплопровідності. Закон Фур'є. Коефіцієнт теплопровідності. Коефіцієнт теплопровідності газів, рідин, будівельних матеріалів, металів. Залежність коефіцієнта теплопровідності від температури.

Тема 3. Стаціонарна теплопровідність. Теплопровідність через плоску стінку, циліндричну стінку, кульову стінку. Теплопровідність через багат шарові стінки. Термічний опір. Теплопровідність через стінки складної форми.

Тема 4. Конвекційний теплообмін (тепловіддача). Основні поняття і визначення. Закон Ньютона – Ріхмана. Коефіцієнт тепловіддачі. Вільна і вимушена конвекція. Гідродинамічний і тепловий приграничний шар. Система диференціальних рівнянь конвекційного теплообміну. Умови однозначності: геометричні, фізичні, граничні, часові.

Тема 5. Застосування теорії подібностей та методу аналізу розмінностей при вивченні конвекційного теплообміну. Теореми подібностей. Константи, критерії, рівняння подібностей. Рівняння подібностей при вільній та вимушеній конвекції. Узагальнення експериментальних даних за допомогою теорії подібностей з метою отримання критеріальних рівнянь.

Тема 6. Тепловіддача при вимушеній конвекції. Тепловіддача при обтіканні пластини. Тепловіддача при русі рідини в каналах. Тепловіддача при вимушеному обтіканні одиночних труб та трубних пучків.

Тема 7. Тепловіддача при вільній конвекції. Вільна конвекція у необмеженому просторі, у замкнутому обмеженому просторі. Тепловіддача через замкнуті прошарки. Еквівалентна теплопровідність прошарку.

Тема 8. Тепловіддача при зміні агрегатного стану речовини. Механізм бульбашкового кипіння. Плівковий режим кипіння. Кризи теплообміну при кипінні. Тепловіддача при кипінні. Крапельна та плівкова конденсація. Тепловіддача при конденсації. Порівняння числових значень коефіцієнтів тепловіддачі.

Тема 9. Теплообмін випромінюванням. Фізична природа, основні поняття і визначення. Закони Планка, Віна, Стефана-Больцмана, Кірхгофа, Ламберта. Поняття абсолютно чорного тіла. Ступінь чорноти.

Тема 10. Теплообмін випромінюванням системи тіл в прозорому середовищі. Використання екранів для захисту від випромінювання. Перенос променевої енергії в поглинаючому та випромінюючому середовищі.

ЗМ 1.2. Теплопередача. Теплообмінні апарати.

Тема 1. Теплопередача. Основні поняття і визначення. Складний теплообмін як сукупна дія теплопровідності, конвекції і випромінювання. Теплопередача між двома рідинами через розділяючу плоску стінку. Коефіцієнт

теплопередачі. Термічний опір. Стаціонарна теплопередача через багатошарову плоску стінку.

Тема 2. Стаціонарна теплопередача. Теплопередача через циліндричну стінку. Теплопередача через складні стінки. Розвинені поверхні теплообміну. Інтенсифікація теплопередачі. Теплова ізоляція. Вимоги до теплової ізоляції. Визначення товщини шару теплоізоляції. Особливості теплоізоляції циліндричних поверхонь та трубопроводів.

Тема 3. Типи теплообмінних апаратів. Конструктивні схеми рекуперативних, регенеративних та змішувальних теплообмінних апаратів. Розрахункові рівняння. Водяні еквіваленти. Схеми руху теплоносіїв. Порівняння проточної схеми з протиточною.

Тема 4. Тепловий розрахунок теплообмінних апаратів. Визначення залежності зміни температури теплоносіїв повздовж поверхні теплообміну. Середній температурний напір. Визначення кінцевих температур теплоносіїв. Види теплових розрахунків теплообмінників. Врахування можливих відхилень роботи теплообмінника від розрахункових умов.

ЗМ 1.3 Масообмін.

Тема 1. Масообмін. Основні поняття і визначення. Способи перенесення маси. Кількісні характеристики перенесення маси. Масовий (матеріальний баланс) баланс.

Тема 2. Молекулярна дифузія. Перший закон матеріальної дифузії Фіка. Коефіцієнт молекулярної дифузії. Коефіцієнт молекулярної дифузії газу в газі, газів або краплинних рідин в рідинах. Стаціонарна одномірна молекулярна дифузія.

Тема 3. Конвекційний масообмін (масовіддача). Основний закон конвекційної масовіддачі. Коефіцієнт масовіддачі. Дифузійний приграничний шар. Диференційне рівняння конвекційного масообміну в рухомому середовищі. Подібність процесів перенесення маси. Аналогія між перенесенням маси і теплоти. Визначення коефіцієнтів масовіддачі. Масовіддача під час природної конвекції між вільною плоскою поверхнею води і повітрям. Масовіддача під час вимушеної конвекції. Масовіддача з поверхні краплин води до повітря.

2.3. Структура залікового кредиту навчальної дисципліни

2.3.1. Розподіл часу за модулями та змістовими модулями

Тематичний план дисципліни «Тепломасообмін» складається з трьох змістових модулів, кожний з яких об'єднує в собі відносно окремий самостійний блок інформації, який логічно пов'язує кілька навчальних елементів дисципліни за змістом та взаємозв'язками.

Навчальний процес здійснюється у таких формах: лекційні, практичні заняття, самостійна робота студента, виконання курсової роботи.

Розподіл часу за модулями та змістовими модулями наведено у табл. 2.4.
– табл. 2.6.

Таблиця 2.4 - Структура навчальної дисципліни "Тепломасообмін"

Спеціальність (шифр абрев.)	Всього кредит годин	Семестр	ГОДИНИ								Екзамен (семестр)	Залік сем.
			Аудиторні	У тому числі			Самостійна робота	У тому числі				
				Лекції	Практичні, семінари	Лабораторні		Контр. роботи	КП/КР	РГР		
6.092100 (6.060101) ТГВ												
Денна форма навчання	3,0/108	5	54	36	18	-	54	-	20	-	5	-
Заочна форма навчання	3,0/108	5	14	8	6	-	94	-	20	-	5	-
7.092108 (7.06010107) ТГВ												
Друга вища освіта	2,0/72	3*	12	6	6	-	60	-	20	-	3*	-

* триместр

Таблиця 2.5. – Розподіл часу за модулями і змістовими модулями та формами навчальної роботи для студентів денної та заочної формами навчання

Модулі (семестри) та змістові модулі	Всього, кредит/ годин	Форми навчальної роботи					
		денне навчання			заочне навчання		
		Лекції	Сем., практ.	СРС	Лекції	Сем., практ.	СРС
Модуль 1. Тепломасообмін	3,0/108	36	18	54	8	6	94
ЗМ 1. Теплопровідність. Конвекційний теплообмін. Теплообмін випромінюванням. Теплообмін при зміні агрегатного стану речовини.	1,5/54	20	10	24	4	3	47
ЗМ 2. Теплопередача. Теплообмінні апарати	1/36	10	4	22	2	2	32
ЗМ 3. Масообмін	0,5/18	6	4	8	2	1	15

Таблиця 2.6. – Розподіл часу за модулями і змістовими модулями, формами навчальної роботи для слухачів, що здобувають другу вищу освіту (на базі спеціаліста іншого напрямку)

Модулі (семестри) та змістові модулі	Всього, кредит/ годин	Форми навчальної роботи		
		друга вища освіта		
		Лекції	Сем., практ.	СРС
Модуль 1. Тепломасообмін	2,0/72	6	6	60
ЗМ 1. Теплопровідність. Конвекційний теплообмін. Теплообмін випромінюванням. Теплообмін при зміні агрегатного стану речовини.	1,25/45	2	2	41
ЗМ 2. Теплопередача. Теплообмінні апарати	0,5/18	2	2	14
ЗМ 3. Масообмін	0,25/9	2	2	5

2.3.2. План лекційного курсу

Таблиця 2.7 – План лекційного курсу з навчальної дисципліни
“Тепломасообмін”

№ з/п.	Теми лекційного курсу	кількість годин лекційних занять за формами навчання					
		денне навчання		заочне навчання		друга вища освіта	
		Лекції	СРС	Лекції	СРС	Лекції	СРС
	ЗМ 1. Теплопровідність. Конвекційний теплообмін. Теплообмін випромінюванням. Теплообмін при зміні агрегатного стану речовини.	20	24	4	47	2	41
1	Тема 1.1. Теплообмін. Основні поняття і визначення. Способи перенесення теплоти.	2	2	2	4	2	4
2	Тема 1.2. Теплопровідність.	2	2		4		4
3	Тема 1.3. Стаціонарна теплопровідність.	2	2		4		4
4	Тема 1.4. Конвекційний теплообмін (тепловіддача).	2	2		4		4
5	Тема 1.5. Застосування теорії подібностей та методу аналізу розмінностей при вивченні конвекційного теплообміну.	2	4		7		4
6	Тема 1.6. Тепловіддача при вимушеній конвекції.	2	2	2	6	2	4
7	Тема 1.7. Тепловіддача при вільній конвекції.	2	2		4		4
8	Тема 1.8. Тепловіддача при зміні агрегатного стану речовини.	2	2		4		4
9	Тема 1.9. Теплообмін випромінюванням.	2	4		6		5
10	Тема 1.10. Теплообмін випромінюванням системи тіл в прозорому середовищі.	2	2		4		4
	ЗМ 2. Теплопередача. Теплообмінні апарати.	10	22	2	32	2	14
11	Тема 2.1. Теплопередача. Основні поняття і визначення.	2	2	2	4	2	2
12	Тема 2.2. Стаціонарна теплопередача.	2	4		6		2
13	Тема 2.3. Типи теплообмінних апаратів.	2	2		4		2
14	Тема 2.4. Тепловий розрахунок теплообмінних апаратів.	4	14		18		8
	ЗМ 3. Масообмін.	6	8	2	15	2	5
15	Тема 3.1. Масообмін. Основні поняття і визначення.	2	2	2	4	2	1
16	Тема 3.2. Молекулярна дифузія.	2	2		4		1
17	Тема 3.3. Конвекційний масообмін (масовіддача).	2	4		7		3
	Разом:	36	54	8	94	6	60

2.3.3. План практичних (семінарських) занять

Таблиця 2.8 – Теми практичних занять навчальної дисципліни
“Тепломасообмін”

№ з/п.	Тема практичних занять	кількість годин практичних занять за формами навчання		
		денне навчання	заочне навчання	друга вища освіта
ЗМ1.	Теплопровідність. Конвекційний теплообмін. Теплообмін випромінюванням. Теплообмін при зміні агрегатного стану речовини.	10	3	3
1.	Стаціонарна теплопровідність через багатошарові стінки	2	2	2
2.	Конвекційний теплообмін. Теорія подібності.	2		
3.	Тепловіддача при вимушеному русі рідини.	2		
4.	Тепловіддача при вільній конвекції рідини.	1		
5.	Тепловіддача при зміні агрегатного стану речовини.	1	1	1
6.	Теплообмін випромінюванням	1		
5	Поточний контроль зі змістового модуля ЗМ 1.1.	1	—	—
ЗМ1.	Теплопередача. Теплообмінні апарати.	4	2	2
6.	Стаціонарна теплопередача через багатошарові стінки	1	2	2
7.	Тепловий розрахунок теплообмінних апаратів	2		
9.	Блочно-модульний контроль ЗМ 1.2.	1	—	—
ЗМ3.	Масообмін.	4	1	1
10.	Стаціонарна одномірна молекулярна дифузія.	1	1	1
11.	Масовіддача під час природної та вимушеної конвекції.	2		
12.	Блочно-модульний контроль ЗМ 3.	1	—	—
	Разом:	18	6	6

2.3.4. Індивідуальні завдання

Програмою дисциплін передбачено виконання індивідуального завдання для студентів всіх форм навчання у вигляді курсової роботи.

Курсова робота виконується в 5 семестрі для студентів денної форми навчання, в 5 семестрі для студентів заочної форми навчання, в 3 триместрі для

слухачів другої вищої освіти. Приблизний обсяг розрахунково-пояснювальної записки – 15-20 сторінок, плановий обсяг самостійної роботи – 20 годин.

Мета виконання курсової роботи – оволодіння практичними навичками вирішення задач по розрахунку теплообмінних апаратів.

У процесі виконання курсової роботи студенти закріплюють одержані теоретичні знання в частині визначення коефіцієнтів тепловіддачі при вимушеному русі теплоносіїв, вибору типорозміру стандартного теплообмінного апарату та перевірки адекватності одержаних результатів, закріплюють навички знаходження потрібних формул, отриманих як теоретично, так і емпірично, опановують роботу з науково-технічною та довідковою літературою, використовують обчислювальну техніку для автоматизації теплотехнічних розрахунків.

Курсова робота вважається зарахованою, якщо студент виконав розрахунки в повному обсязі та отримав відповідний результат. Зарахована курсова робота є допуском по екзамєну.

Таблиця 2.9 – Зміст курсової роботи та розподіл часу на виконання її складових

МОДУЛЬ 1. Курсова робота “Розрахунок рекуперативного теплообмінника”	Розподіл часу
ЗМ 1. – Складання рівняння теплового балансу	2
Визначення коефіцієнтів тепловіддачі при вимушеному русі теплоносіїв	8
Визначення середньо логарифмічного температурного напору	2
Визначення коефіцієнту теплопередачі	2
ЗМ 2. – Вибір типорозміру теплообмінного апарату	2
Перевірка теплопродуктивності теплообмінного апарату за допомогою рівняння теплопередачі	2
Визначення кінцевих температур теплоносіїв	1,5
Захист курсової роботи	0,5
Всього за модулем 1	20

2.4. Самостійна робота студентів

Для опанування матеріалу дисципліни "Тепломасообмін" окрім лекційних, практичних (семінарських) занять, тобто аудиторної роботи, значну увагу необхідно приділяти самостійній роботі.

Основні види самостійної роботи студента:

1. Вивчення додаткової літератури.
2. Робота з довідковими матеріалами.
3. Підготовка до практичних (семінарських) занять.
4. Підготовка до поточного й підсумкового контролю.
5. Виконання ІНДЗ (КР)

Індивідуальні семестрові завдання для самостійної роботи студентів для підготовки до блочно-модульного контролю.

ЗМ 1. Теплопровідність. Конвекційний теплообмін. Теплообмін випромінюванням. Теплообмін при зміні агрегатного стану речовини

Тема 1.1. Теплообмін. Основні поняття і визначення. Способи перенесення теплоти.

Дайте визначення терміну «температурне поле».

Що таке «градієнт температур»?

Скільки існує способів переносу теплоти? Укажіть їх.

Фізична природа теплопровідності.

Фізична природа конвекційного теплообміну.

Фізична природа випромінювання.

Що таке тепловий потік? У яких одиницях він вимірюється?

Що таке щільність теплового потоку? У яких одиницях вона вимірюється?

Тема 1.2. Теплопровідність.

У чому полягає фізичний механізм передачі тепла теплопровідністю?

Сформулюйте закон Фур'є.

Що таке коефіцієнт теплопровідності? У яких одиницях він вимірюється?

Від яких основних факторів залежить коефіцієнт теплопровідності?

Який порядок значення коефіцієнта теплопровідності для газів?

Який порядок значення коефіцієнта теплопровідності для рідин?

Який порядок значення коефіцієнта теплопровідності для металів?

Який порядок значення коефіцієнта теплопровідності для будівельних матеріалів?

Які матеріали називаються теплоізоляційними?

Тема 1.3. Стаціонарна теплопровідність.

Чому дорівнює тепловий потік через плоску одношарову стінку?

Який характер має розподіл температури в плоскій стінці?

Чому дорівнює тепловий потік через циліндричну одношарову стінку?

Який характер має розподіл температури в циліндричній стінці?

Чому дорівнює тепловий потік через кулясту одношарову стінку?

Який характер має розподіл температури в кулястій стінці?

Чому дорівнює тепловий потік через багатшарові стінки?

Як зробити розрахунок теплопровідності в тілі складної геометричної форми?

Тема 1.4. Конвекційний теплообмін (тепловіддача).

У чому полягає фізичний механізм передачі тепла конвекцією?

Що таке процес тепловіддачі?

Формула Ньютона для конвекційного теплообміну.

Що таке коефіцієнт тепловіддачі? У яких одиницях він вимірюється?

Що таке локальна тепловіддача?

Що таке середня тепловіддача по поверхні?

Які математичні залежності строго описують процес конвекційного теплообміну?

Як впливає напрямок теплового потоку на величину тепловіддачі за інших рівних умов?

Тема 1.5. Застосування теорії подібностей та методу аналізу розмінностей при вивченні конвекційного теплообміну.

У чому складається зміст теорії подібностей?

Які фізичні явища можна вважати подібними?

Що таке критерії подібності?

Які критерії подібності називаються визначальними?

Що таке критеріальні рівняння?

Що таке умови однозначності (граничні умови)?

Що таке визначальна температура?

Що таке еквівалентний діаметр? З якою метою він застосовується?

Укажіть умови подібності при змушеному русі рідини.

Укажіть умови подібності при вільному русі рідини.

Укажіть умови подібності при спільній дії змущеного й вільного руху рідини.

Визначить методи обробки експериментальних даних за допомогою теорії подібностей.

Тема 1.6. Тепловіддача при вимушеній конвекції.

Що таке вимушений рух рідини (теплоносія)? Що є його рушійною силою?

Вплив гідродинамічних параметрів потоку на величину тепловіддачі.

Укажіть умови подоби при вимушеному русі рідини в каналах.

У якій частині каналу спостерігається автомодельна зона тепловіддачі при вимушеному русі рідини в каналі?

Тепловіддача при вимушеному обтіканні плоскої пластини.

Тепловіддача при русі рідини у каналах.

Тепловіддача при обтіканні циліндра.

Тепловіддача при обтіканні трубних пучків.

Вплив кута атаки потоку на тепловіддачу при поперечному обтіканні циліндру.

Укажіть порядок величини коефіцієнта тепловіддачі при змушеній конвекції в рідині (воді).

Укажіть порядок величини коефіцієнта тепловіддачі при змушеній конвекції в газах (повітрі).

Як визначити тепловіддачу поверхні при наявності зон з різною інтенсивністю тепловіддачі?

Тема 1.7. Тепловіддача при вільній конвекції.

Що таке вільний рух рідини (теплоносія)? Що є його рушійною силою?

Укажіть умови подоби при вільному русі рідини.

Від яких геометричних факторів залежить тепловіддача при вільній конвекції у вертикальній нагрітій поверхні?

Тепловіддача при вільному русі рідини у горизонтального циліндра.

Тепловіддача при вільному русі рідини у вертикальних поверхнях.

Тепловіддача при вільному русі рідини у замкнутих прошарках.

Де утворюються застійні зони в циліндричному газовому прошарку між внутрішньою нагрітою й зовнішньою охолоджуваною поверхнею?

Де утворюються застійні зони в циліндричному газовому прошарку між внутрішньою охолоджуваною й зовнішньою нагрітою поверхнею?

Укажіть порядок величини коефіцієнта тепловіддачі при вільній конвекції в рідині (воді)?

Укажіть порядок величини коефіцієнта тепловіддачі при вільній конвекції в газах (повітрі)?

Тема 1.8. Тепловіддача при зміні агрегатного стану речовини.

Що являє собою процес кипіння?

Механізм бульбашкового кипіння.

Механізм плівкового кипіння.

Криза кипіння при рості теплового потоку.

Криза кипіння при зниженні теплового потоку.

Що являє собою процес конденсації?

Механізм краплинної конденсації.

Механізм плівкової конденсації. Інтенсифікація тепловіддачі при плівковій конденсації.

Який порядок величини коефіцієнта тепловіддачі при бульбашковому кипінні.

Який порядок величини коефіцієнта тепловіддачі при плівковій конденсації.

Тема 1.9. Теплообмін випромінюванням.

Фізична природа теплового випромінювання.

Що таке потік випромінювання? У яких одиницях вимірюється?

Що таке щільність потоку випромінювання? У яких одиницях вимірюється?

Що таке інтегральна щільність потоку випромінювання?

Яке тіло називається "абсолютно чорним"?

Яке тіло називається "абсолютно білим"?

У чому полягає закон Планка для випромінювання?

У чому полягає закон Вина для випромінювання?

У чому полягає закон Стефана-Больцмана для випромінювання?

У чому полягає закон Кірхгофа для випромінювання?

У чому полягає закон Ламберта для випромінювання?

Що таке ступінь чорності тіла?

Що таке відносний коефіцієнт теплового випромінювання?

Теплообмін випромінюванням системи тіл.

Тема 1.10. Теплообмін випромінюванням системи тіл в прозорому середовищі

Яке середовище можна вважати прозорим?

У чому полягає механізм поглинання та випромінювання газів?

Що таке спектральні лінії поглинання або випромінювання газів?

Як кількісно оцінюється зменшення випромінювання в прозорому середовищі?

Використання екранів для захисту від випромінювання.

ЗМ 2. Теплопередача. Теплообмінні апарати.

Тема 2.1. Стаціонарна теплопередача через багат шарові стінки

Що є предметом вивчення теплопередачі?

Теплопередача через одношарові стінки.

Теплопередача через багат шарові стінки.

У чому різниця між тепловіддачею й теплопередачею?

Що таке термічний опір? Якою основною властивістю воно володіє?

Де зосереджене основний термічний опір тепловіддачі при конвекційному теплообміні?

Які конструктивні способи інтенсифікації теплопередачі Ви знаєте?

Які основні рекомендації при інтенсифікації теплопередачі?

Які основні рекомендації при пристрої теплоізоляції циліндричних поверхонь?

Тема 2.2. Тепловий розрахунок теплообмінних апаратів

Що називається теплообмінним апаратом?

Який теплообмінний апарат називається рекуперативним?

Який теплообмінний апарат називається регенеративним?

Який теплообмінний апарат називається змішувальним?

Які типи теплообмінних апаратів ставляться до поверхневих?

Що таке площа поверхні теплообміну теплообмінника? Чи пов'язана ця величина зі значенням коефіцієнта теплопередачі?

Які рівняння теплообміну застосовуються для теплового розрахунку теплообмінних апаратів?

Які два типи розрахунку теплообмінних апаратів Ви знаєте?

У чому складається суть конструкторського теплового розрахунку теплообмінного апарата?

У чому складається суть перевірного теплового розрахунку теплообмінного апарата?

Що мається на увазі під терміном "прямоточний рух теплоносіїв у теплообмінному апараті" ?

Що мається на увазі під терміном "протиточний рух теплоносіїв у теплообмінному апараті" ?

Що називається водяним еквівалентом?

Чи залежить зміна температури теплоносія, що приймають участь у теплообміні, від величини його водяного еквівалента?

Що таке середній температурний напір у теплообміннику?

За яким законом змінюються температури теплоносіїв при русі уздовж теплообмінної поверхні?

Який температурний напір називається середньо логарифмічним?

Чи можливо одержати кінцеву температуру нагріваємого середовища, що вище кінцевої температури середовища, що гріє, при протиточному русі теплоносіїв?

Чи можливо одержати кінцеву температуру нагріваємого середовища, що, вище кінцевої температури середовища, що гріє, при прямоточному русі теплоносіїв?

З боку якого теплоносія доцільно збільшувати поверхню теплообміну ?

ЗМ 3. Масообмін.

Тема 3.1. Масообмін. Основні поняття і визначення

У чому полягає фізична природа масообміну?

Способи перенесення маси

Кількісні характеристики перенесення маси

Що відображає масовий (матеріальний баланс) баланс?

Тема 3.2. Молекулярна дифузія.

У чому полягає фізична природа молекулярної дифузії?

Сформулюйте перший закон матеріальної дифузії Фіка.

Коефіцієнт молекулярної дифузії газу в газі.

Коефіцієнт молекулярної дифузії газів в рідинах.

Коефіцієнт молекулярної дифузії краплинних рідин в рідинах.

Стационарна одномірна молекулярна дифузія.

Тема 3.3. Конвекційний масообмін (масовіддача).

У чому полягає фізична природа конвекційного масообміну (масовіддачі)?

Сформулюйте основний закон конвекційної масовіддачі.

Фізичний смисл коефіцієнту масовіддачі.

Охарактеризуйте дифузійний приграничний шар.

Диференційне рівняння конвекційного масообміну в рухомому середовищі.

У чому полягає подібність процесів перенесення маси?

У чому полягає аналогія між перенесенням маси і теплоти?

Визначення коефіцієнтів масовіддачі.

Масовіддача під час природної конвекції між вільною плоскою поверхнею води і повітрям.

Масовіддача під час вимушеної конвекції.

Масовіддача з поверхні краплин води до повітря.

2.5. Методи та технології навчання

При викладанні навчальної дисципліни “Тепломасообмін”

використовуються такі методи активного навчання:

- вирішення ситуаційних задач (кейсів);
- використання комп’ютерного моделювання процесів тепловіддачі;
- ділові ігри;
- робота в малих групах.

При використанні практичних занять та самостійної розрахункової

роботи використовуються засоби комп'ютерної техніки.

В ході проведення занять використовуються наступні ТЗН:

- друковані роздаткові матеріали.

Метод навчання: інформаційно-ілюстративний.

Для активізації навчального процесу при викладанні дисципліни «Тепломособмін» автором розроблено пакет тестових завдань для проведення дистанційного тестування за програмою змістових модулів курсу, розміщений на сервері дистанційної освіти Харківської національної академії міського господарства за адресою www.ksame.kharkov.ua/moodle.

2.6. Методи оцінювання знань

Для визначення рівня засвоєння студентами навчального матеріалу використовуються такі методи оцінювання знань:

- поточне тестування після вивчення кожного змістового модуля;
- оцінка за індивідуальну самостійну роботу та виконання курсової роботи;
- підсумковий контроль.

Для діагностики знань використовується модульно-рейтингова система за 100–бальною шкалою оцінювання.

2.6.1. Засоби контролю та структура залікового кредиту

Система оцінювання знань, вмінь і навичок студентів передбачає оцінювання всіх форм вивчення дисципліни.

Перевірку й оцінювання знань студентів викладач проводить в наступних формах:

1. Оцінювання роботи студентів у процесі практичних (семінарських) занять.
2. Оцінювання виконання індивідуального завдання (КР).
3. Оцінювання засвоєння питань для самостійного вивчення.
4. Проведення поточного модульного контролю.
5. Проведення підсумкового екзамену.

Засоби контролю та структура залікового кредиту для студентів денної та заочної форм навчання наведені в табл. 2.10, 2.11 та табл. 2.12.

Таблиця 2.10 – Засоби контролю та структура залікового кредиту для студентів денної форми навчання

Види та засоби контролю (тестування, контрольні роботи, індивідуальні роботи, тощо)	Розподіл балів %
МОДУЛЬ 1. Поточний контроль зі змістових модулів	
ЗМ 1.	20
в тому числі:– контрольна робота, або тестування	15
– самостійна робота	5
ЗМ 2.	15
в тому числі:– контрольна робота, або тестування	10
– самостійна робота	5
ЗМ 2.	15
в тому числі:– контрольна робота, або тестування	10
– самостійна робота	5
Курсова робота	10
Підсумковий контроль з МОДУЛЮ 1	
Комбінований тестовий екзамен із застосуванням методів тестового машинного контролю та письмової форми виконання завдань.	40
Всього за модулем 1	100

Таблиця 2.11 – Засоби контролю виконання курсової роботи для студентів денної форми навчання

МОДУЛЬ 1. Курсова робота “Розрахунок рекуперативного теплообмінника”	Розподіл балів %
ЗМ 1.	40
– в тому числі:	
Складання рівняння теплового балансу	8
Визначення коефіцієнтів тепловіддачі при вимушеному русі теплоносіїв	16
Визначення середньо логарифмічного температурного	8
Визначення коефіцієнту теплопередачі	8
ЗМ 2.	20
– в тому числі:	
Вибір типорозміру теплообмінного апарату	6
Перевірка теплопродуктивності теплообмінного апарату за допомогою рівняння теплопередачі	8
Визначення кінцевих температур теплоносіїв	6
Захист курсової роботи	40
Всього за модулем 1	100

Таблиця 2.12 – Засоби контролю та структура залікового кредиту для студентів заочної форми навчання

Види та засоби контролю (тестування, контрольні роботи, індивідуальні роботи, тощо)	Оцінка
Модуль 1	
Захист курсової роботи	за нац. шкалою
Підсумковий контроль з модулю 1	
Комбінований тестовий екзамен із застосуванням методів машинного контролю та письмової форми виконання завдань.	за нац. шкалою

Порядок поточного оцінювання знань студентів денної і заочної форм навчання.

Поточне оцінювання здійснюють під час проведення практичних (семінарських) занять, воно має на меті перевірку рівня підготовленості студента до виконання конкретної роботи. Об'єктами поточного контролю є

- 1) активність і результативність роботи студента протягом семестру над вивченням програмного матеріалу дисципліни; відвідування занять;
- 2) виконання індивідуального навчально-дослідного завдання (КР);
- 3) виконання самостійного завдання;
- 4) виконання поточного контролю;

Оцінку "відмінно" ставлять за умови відповідності виконаного завдання студентом або його усної відповіді за усіма зазначеними критеріями.

Відсутність тієї чи іншої складової знижує оцінку.

Контроль систематичного виконання практичних (семінарських) занять і самостійної роботи

Оцінювання проводять за такими критеріями:

- 1) розуміння, ступінь засвоєння теорії і методології проблем, що розглядаються;
- 2) ступінь засвоєння матеріалу дисципліни;
- 3) ознайомлення з рекомендованою літературою, а також із сучасною літературою з питань, що розглядають;
- 4) уміння поєднувати теорію з практикою при розгляданні виробничих ситуацій, вирішенні завдань, проведенні розрахунків при

виконанні завдань, винесених для самостійного опрацювання, і завдань, винесених на розгляд в аудиторії;

5) логіка, структура, стиль викладання матеріалу в письмових роботах і при виступах в аудиторії, вміння обґрунтувати свою позицію, здійснювати узагальнення інформації і робити висновки.

Контроль виконання поставлених задач при проведенні практичних занять здійснюється протягом 5 семестру (3 триместру для ДВО). За успішне та систематичне виконання поставлених завдань протягом трьох змістових модулів студент отримує оцінку "відмінно" або відповідний відсоток за кожний окремий змістовий модуль (табл. 2.10).

При оцінюванні практичних завдань і самостійної роботи увагу приділяють також їх якості і самостійності, своєчасності задачі виконаних завдань викладачу (згідно з графіком навчального процесу). Якщо якась із вимог не буде виконана, то оцінка буде знижена.

Критерії оцінювання індивідуального навчально-дослідного завдання

Контроль виконання ІНДЗ (КР) здійснюється протягом семестру. За успішне і систематичне виконання всього ІНДЗ (КР) студент отримує оцінку "відмінно" або 15%.

Індивідуальне навчально-дослідне завдання оцінюють за такими критеріями:

- 1) самостійність виконання;
- 2) логічність і послідовність викладання матеріалу;
- 3) повнота розкриття теми;
- 4) використання й аналіз додаткових літературних джерел;
- 5) наявність конкретних пропозицій;
- 6) якість оформлення.

Оцінку "відмінно" ставлять за умови відповідності виконаного завдання студентом за зазначеними категоріями та його захист. Відсутність тієї чи іншої складової знижує оцінку на відповідну кількість балів.

Проведення поточного контролю

Поточний контроль (тестування) здійснюється та оцінюється за питаннями, які винесено на лекційні заняття, самостійну роботу і практичні завдання. Поточний контроль проводять у письмовій формі після того, як розглянуто увесь теоретичний матеріал і виконані практичні (семінарські), самостійні завдання в межах кожної теми змістового модуля. За кожним змістовим модулем проводиться контрольна робота (табл. 2.10) і кожному студентові виставляється відповідна оцінка за отриманою кількістю балів.

Проведення підсумкового письмового екзамену з Модулю 1 або комбінованого тестового екзамену із застосуванням методів машинного контролю та письмової форми виконання завдань (денна форма)

Умовою допуску до екзамену є:

- сума накопичення балів за трьома змістовими модулями, яка повинна бути не менша, ніж 51% балів поточного контролю (за внутрішнім вузівським рейтингом або системою ESTC) або наявність позитивних оцінок з поточного модульного контролю (за національною системою);

- обов'язковий захист КР з отриманням позитивної оцінки.

Екзамен як для денної, так і для заочної форми навчання, здійснюється у комбінований тестовій формі із застосуванням методів машинного контролю та письмової форми виконання практичних завдань за екзаменаційними білетами. Екзаменаційний білет складається з машинного тесту по 25 теоретичним питанням, та 2 практичних завдань (вирішення задачі, тощо). Оцінка з теоретичного матеріалу визначається як відсоток правильних відповідей від максимальних 20 балів за результатами комп'ютерного тестування, а за вирішення кожної практичної задачі – максимально до 10 балів. Загальна сума балів – 40 (табл. 2.10).

2.6.2. Розподіл балів, присвоєних студентам.

Для студентів денної форми навчання підсумкову оцінку з дисципліни виставляють в національній системі оцінювання результатів навчання і в системі ESTC згідно з методикою переведення показників успішності знань студентів Академії в систему оцінювання за шкалою ESTC (табл. 2.12).

Таблиця 2.12 – Шкала перерахунку оцінок результатів навчання в різних системах оцінювання

№	Визначення оцінки	Відсоток засвоєння матеріалу	Оцінка у балах, виходячи зі 100	Оцінка за національною системою	Оцінка за шкалою ECTS
1	Відмінно – належне виконання з незначною кількістю непринципових помилок	91-100	91-100	5	A
2	Дуже добре – вище за середній рівень з деякими помилками	81-90	81-90	4	B
3	Добре – у цілому правильна робота з декількома помилками	71-80	71-80		C
4	Задовільно – непогано, але певна кількість помилок, недоліків	61-70	61-70	3	D
5	Достатньо – виконання задовольняє мінімальні критерії	60-51	60-51		E
6	Незадовільно – необхідно доробити, перездати	26-50	26-50	2	FX
7	Незадовільно – обов'язковим є повторний курс	0-25	0-25		F

Для студентів заочної форми навчання та слухачів другої вищої освіти підсумкову оцінку з дисципліни виставляють в національній системі оцінювання результатів навчання:

Оцінка "відмінно" – Студент грамотно, логічно і повно дав відповіді на всі екзаменаційні запитання. Охайно оформив екзаменаційні матеріали. Текстова частина відповіді доповнена потрібним графічним матеріалом. У відповідях студент показав знання додаткової літератури.

Оцінка "добре" – Студент грамотно і по суті дав відповіді на теоретичні запитання екзаменаційного білету, не допускаючи при цьому суттєвих неточностей, вміло використовує знання при розв'язанні практичних завдань і запитань. Екзаменаційні матеріали оформлені охайно, текстова частина доповнена графічним матеріалом (при необхідності).

Оцінка "задовільно" – Студент показав знання основного матеріалу, але не вказав його деталей, особливостей, технологічних обмежень. У

відповідях він допускає неточності. Студент порушує послідовність викладу відповіді. Відсутні графічні пояснення. Відмічена неохайність в оформленні екзаменаційних відповідей.

Оцінка "незадовільно" – Студент не дав відповіді на значну частину програмного матеріалу. У відповідях допущенні значні помилки. Матеріали екзаменаційних відповідей неохайно оформлені.

2.7. Методичне та інформаційне забезпечення дисципліни.

Методичне забезпечення навчальної дисципліни “Тепломасообмін” включає:

- інтерактивний комплекс навчальної дисципліни на сайті дистанційного навчання академії;
- програма та робоча програма навчальної дисципліни “Тепломасообмін”;
- опорний конспект лекцій на паперовому і електронному носіях;
- методичні вказівки до проведення практичних занять і самостійної роботи;
- методичні вказівки з виконання курсової роботи;
- друкований та роздатковий матеріал;
- ресурси Інтернет;
- освітньо-професійна програма підготовки бакалавра.

2.8. Рекомендована література

2.8.1. Основна

1. Лабай В.Й. Тепломасообмін: Підручник для ВНЗ. – Львів: Тріада Плюс, 2004. – 260 с.
2. Михеев М.А., Михеева И.М. Основы теплопередачи. – М.: Энергия, 1977. – 343 с.
3. Краснощёков Е.А., Сукомел А.С. Задачник по теплопередаче. М.: Энергия, 1980. – 288 с.

2.8.2. Додаткова

1. Кутателадзе С.С. Основы теории теплообмена. – М.-Л.: Машгиз, 1962. – 456 с.
2. Лыков А.В. Теория теплопроводности. – М.: Высшая школа, 1967. – 599 с.
3. Осипова В.А. Экспериментальное исследование процессов теплообмена: Учеб. пособие для вузов. – М.: Энергия, 1979. – 320 с.
4. Тепломассообмен и гидродинамика турбулизированных потоков/ Дыбан Е.П., Эпик Э.Я. – Киев: Наук. думка, 1985. – 296 с.
5. Лыков А.В. Тепломассообмен. Справочник. – М.: Энергия, 1978. – 480 с.
6. Тепло- и массообмен. Теплотехнический эксперимент: Справочник/ Под общ. ред. В.А. Григорьева и В.М. Зорина. – М.: Энергоатомиздат, 1982. – 512 с.

2.9. Ресурси

1. www.mon.gov.ua;
2. www.ksame.kharkov.ua;
3. www.ksame.kharkov.ua/moodle/;
4. www.ksame.kharkov.ua/portal/;
5. html//eprints.kname.edu.ua/;
6. html//library.kname.kharkov.ua:8080//.

2.10. Бібліотеки:

1. ХНАМГ – 61002, м. Харків, вул. Революції,12, тел.:707-30-13.
2. Обласна наукова – 61002, м. Харків, пров. Короленко,12.

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

РОМАШКО Олександр Васильович

БЕРЕЗНЯК Ірина Євгенівна

Програма та робоча програма навчальної дисципліни **«Тепломасообмін»** для студентів 3 курсу денної та заочної форми навчання напряму 0921 (6.060101) - «Будівництво» спец. «Теплогазопостачання і вентиляція» та для слухачів другої вищої освіти 2 року заочної форми навчання на базі диплома спеціаліста іншого напряму; спец. 7.092108 (7.06010107) «Теплогазопостачання і вентиляція».

Комп'ютерне верстання: Н.М. Колісник

План 2009, поз. 139 Р

Підп. до друку 23.03.2011 р.
Друк на ризографі
Тираж 10 пр.

Формат 60x84 1/16
Ум. друк. арк. 1,5
Зам. № 6997

Видавець і виготовлювач:

Харківська національна академія міського господарства,
вул. Революції, 12, Харків, 61002

Електронна адреса: rectorat@ksame.kharkov.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи: ДК №731 від 19.12.2001